

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-81171

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所  |
|---------------------------|-------|--------|---------------|---------|
| G 1 0 K 15/04             | 3 0 3 |        | G 1 0 K 15/04 | 3 0 3 A |
|                           | 3 0 2 |        |               | 3 0 2 J |
| G 1 0 H 1/043             |       |        | G 1 0 H 1/043 | A       |

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-262144

(22) 出願日 平成7年(1995)9月13日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 梅村 祥之

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

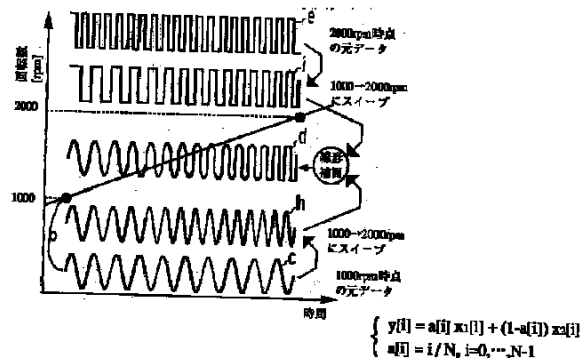
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 車両における車内音合成装置

(57) 【要約】

【課題】 車室内において車両の運転状態を表した快適な音を生成することで、車両運転の快適性を向上させる。

【解決手段】 複数の楽器が発する音階の複数の音の波形を音階データとして記憶しておき、検出された回転数に応じて音階データの音程を補間し、検出された負荷に応じて音色補間を行い、検出された回転数及び前負荷に応じて音量を決定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 動力源により走行する車両の車内において音を生成する装置において、  
車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、  
少なくとも1種類の楽器が発する音階の複数の音の波形を音階データとして記憶する楽器音記憶手段と、  
前記楽器音記憶手段に記憶されている音階データを抽出し、その音階データに基づいて、前記走行状態検出手段により検出された前記走行状態に応じて、音程と音量を決定する音響加工手段と、  
前記音響加工手段により決定された音程と音量の音を車内で出力する音響発生手段とから成る車両における車内音合成装置。

【請求項2】 前記楽器音記憶手段は、複数種類の楽器に対して、前記音階データを記憶しており、  
前記音響加工手段は、検出された前記走行状態に応じて、前記複数の楽器の音階データに基づいて音色を決定することを特徴とする請求項1に記載の車両における車内音合成装置。

【請求項3】 前記音響加工手段は、検出された走行状態に応じて、複数の楽器の音階データの楽器間の補間により音色補間を行って、音階データの音色を決定することを特徴とする請求項2に記載の車両における車内音合成装置。

【請求項4】 前記走行状態検出手段は、前記動力源の単位時間当たりの回転数を検出するものであり、  
前記音響加工手段は、検出された前記回転数に応じて前記音階データの音程を補間するものであることを特徴とする請求項1に記載の車両における車内音合成装置。

【請求項5】 前記走行状態検出手段は、前記動力源にかかる負荷を検出するものであり、  
前記音響加工手段は、検出された前記負荷に応じて前記音色補間を行うことを特徴とする請求項3に記載の車両における車内音合成装置。

【請求項6】 前記走行状態検出手段は、前記動力源の単位時間当たりの回転数及び前記動力源にかかる負荷を検出するものであり、  
前記音響加工手段は、検出された前記回転数及び検出された前記負荷に応じて前記音量を決定するものであることを特徴とする請求項1に記載の車両における車内音合成装置。

【請求項7】 前記走行状態検出手段は、前記動力源の単位時間当たりの回転数及び前記動力源にかかる負荷を検出するものであり、  
前記音響加工手段は、検出された前記回転数に応じて前記音階データの音程を補間し、検出された前記負荷に応じて前記音色補間を行い、検出された前記回転数及び前記負荷に応じて音量を決定するものであることを特徴とする請求項3に記載の車両における車内音合成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車室内において車両の走行状態に応じた楽器音を発生させて、運転の快適性を向上させた車内音合成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、自動車の排気音を疑似的に発生させるものとして、「自動車の疑似排気音発生装置」（特開平1-140199号公報）が知られている。この発明は、ホワイトノイズを発生させ、それを次数成分の個数分のバンドパスフィルタに通し、バンドパスフィルタの中心周波数をエンジン回転数に同期させて変化させることにより、回転次数成分に相当するバンドノイズを得て、これらの成分を様々に重み付けして重ね合わせることで、疑似排気音を生成するようにしたものである。

【0003】その他の従来技術として、「車内の音響合成装置」特表平4-504916号公報がある。この発明では、例えば、レーシングカーまたは他のハイパフォーマンスな車の音を自分の車内に聞こえるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記「自動車の疑似排気音発生装置」あるいは「車内の音響合成装置」で出力される音は、エンジン音又はそれに類似した音である。従来の自動車音の域を出ていないため、カーマニアではない多くの一般のドライバーに対して必ずしも快適な車内音を提供することはできなかった。

【0005】本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、車室内において、車両の運転状態を表した快適な音を生成することで、車両運転の快適性を向上させることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項1の発明は、動力源により走行する車両の車内において音を生成する装置において、車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、少なくとも1種類の楽器が発する音階の複数の音の波形を音階データとして記憶する楽器音記憶手段と、楽器音記憶手段に記憶されている音階データを抽出し、その音階データに基づいて、走行状態検出手段により検出された走行状態に応じて、音程と音量を決定する音響加工手段と、音響加工手段により決定された音程と音量の音を車内で出力する音響発生手段とを設けたことである。尚、動力源として、内燃機関又は外燃機関等の原動機あるいは電動機を用いることができる。

【0007】走行状態としては、動力源の単位時間当たりの回転数や負荷、走行振動等である。音程の決定には、予め音階の全ての音程、例えば、全音階や半音階の全ての音を記憶しておき、走行状態に応じて、発生する音の音程をその中から決定する方式や、走行状態に応じて音程が連続的に変化するように半音階の間を補間する

方式等や、さらに、その音程補間にも最低音程と最高音程の2音だけ記憶しておき、その間の音程は補間により演算する方式等を採用できる。又、音色の決定についても、複数種類の楽器を用いれば、走行状態に応じて、記憶された楽器の音を段階的に切り換える方式、複数楽器間の音色補間を行って、走行状態に応じて、連続的に複数楽器の音色の混合音色を生成する方式が採用できる。

【0008】又、請求項2の発明は、楽器音記憶手段は、複数種類の楽器に対して、音階データを記憶しており、音響加工手段は、検出された走行状態に応じて、複数の楽器の音階データに基づいて音色を決定することを特徴とし、請求項3の発明は、音響加工手段は、検出された走行状態に応じて、複数の楽器の音階データの楽器間の補間により音色補間を行って、音階データの音色を加工することを特徴とする。

【0009】又、請求項4の発明は、動力源の単位時間当たりの回転数を検出し、検出された回転数に応じて音階データの音程を補間することを特徴とし、請求項5の発明は、動力源にかかる負荷を検出し、検出された負荷に応じて音色補間を行うことを特徴とする。

【0010】又、請求項6の発明は、動力源の単位時間当たりの回転数及び動力源にかかる負荷を検出し、検出された回転数及び検出された負荷に応じて音量を決定するものである。

【0011】さらに、請求項7の発明は、検出された回転数に応じて音階データの音程を補間し、検出された負荷に応じて音色補間を行い、検出された回転数及び前負荷に応じて音量を決定するものである。

#### 【0012】

【発明の作用及び効果】楽器音記憶手段に、予め、少なくとも1種類の楽器が発する音階の複数の音の波形を音階データとして記憶しておく。走行時には、車両の走行状態が検出され、その走行状態に応じて、音階データに基づいて、発音する音の音程と音量が決定され、決定された音程と音量の音が車内で出力される。よって、走行状態に応じて快適な楽器音が出力されるため、車両運転の快適性が向上する。

【0013】又、請求項2の発明では、複数種類の楽器に対する音階データが記憶されており、検出された走行状態に応じて、複数の楽器の音階データに基づいて音色が決定され、請求項3の発明では、複数の楽器の音階データの楽器間の補間による音色補間が実行される。このため、走行状態に対応して音色が変化することになり、より走行状態を表す快適な音が車室内で得られ、より運転の快適性が向上する。

【0014】又、請求項4の発明は、音程が動力源の回転数に応じて変化し、請求項5の発明は、負荷に応じて音色補間が行われ、請求項6の発明は、回転数及び負荷に応じて音量が決定されるので、より走行状態を表す快適な音が車室内で得られ、より運転の快適性が向上す

る。

【0015】又、請求項7の発明は、回転数に応じて音階データの音程が補間され、負荷に応じて音色補間が行われ、回転数及び負荷に応じて音量補正が行われるので、同様に、より走行状態を表す快適な音が車室内で得られ、より運転の快適性が向上する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。尚、本実施例では、車両の動力源として、内燃機関（以下、エンジンと言う）を用いた例を示す。図1は、本実施例装置の全体の構成を示している。CPU10には車両のエンジンの回転数を検出する回転数センサ18、アクセルペダルの開度によりエンジン負荷を検出する負荷センサ20、RAM30、D/A変換器12が接続されている。そして、D/A変換器12には増幅器14が接続され、その増幅器14にはスピーカ16が接続されている。又、RAM30には、各楽器毎に全音階の各音程の音の1周期分の波形が記憶された音階データ領域301が形成されている。

【0017】図2は、CPU10の動作を示すメインプログラムを表したフローチャートである。ステップ100では、回転数センサ18と負荷センサ20から信号を入力して車両の走行状態が検出され、ステップ102で1セグメント分の波形が生成され、ステップ104でその生成された波形データがD/A変換器12に出力される。この処理は、波形の1セグメントの周期で繰り返し実行される。このように、1セグメント分の処理を繰り返してセグメント毎にパラメータを変化させて行くという方法は、音声合成や電子楽器の処理等において一般に実行されている。ここで、1セグメントは、具体的に、人間の聴感上問題とならない時間長として例えば10ms程度～50ms程度としている。

【0018】上記の装置の機能図は、図3に示すようになる。各楽器毎の音階の各音程における音の1セグメントの波形が記憶されており、回転数と負荷が連続的に測定される。そして、時間的に変化する回転数と負荷に対応する周波数と音色の音の波形が予め記憶されている波形から補間演算により求められる。そして、補間演算により求められた波形が音響発生手段から出力される。

【0019】又、車両の走行状態の検出に関して、1周期前に入力した値が生成波形の1セグメント開始時の値、今回入力した値が生成波形の1セグメント終了時の値とし、その間は走行状態が連続して変化しているものとして、波形を生成している。

【0020】次に、図2のステップ102における1セグメント分の波形を生成する手順について、図4を参照して説明する。図4は、1セグメント分の継続時間ΔTの間に回転数と負荷で表現される走行状態が状態図中のセグメント開始点a点からセグメント終了点b点に移行する場合における波形生成の様子を示している。a点に

5

における生成波形の周波数  $f_s$  はその時の回転数から決定され、b点における生成波形の周波数  $f_e$  はその時の回転数から決定される。4つの格子点  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  は、RAM30の音階データ領域301に予め記憶されている各楽器毎の波形データの状態点のうち、a点、b点を内包する最近接点を示している。即ち、格子点  $P_1$  はハーブで周波数  $F_1$  の音程を示し、格子点  $P_2$  はハーブで周波数  $F_2$  の音程を示し、格子点  $Q_1$  はバイオリンで周波数  $F_1$  の音程を示し、格子点  $Q_2$  はバイオリンで周波数  $F_2$  の音程を示している。このように、多数の各格子点における1セグメント分の波形データが予め準備され、RAM30の音階データ領域301に記憶されている。

【0021】1セグメント分の波形素片は、次のようにして求められる。楽器、シンセサイザ、自然界の音等をサンプリングして、各音の種類毎に、且つ、基本周波数毎、即ち、音階の各音程毎に波形素片を生成する。図4では、低負荷では軟らかな音色のハーブ、高負荷では硬い音色のバイオリンとしている。

【0022】ももとの音は、波形の立ち上がり部（電子楽器の用語でアタック部）と減衰部（ディケイ部）を有し、継続時間も数秒に達する。しかし、本実施例ではその波形をそのまま使用するのではなく、図5に示すように、電子楽器技術におけるルーピング処理を施して短時間の周期波形に変換した後、この波形を記憶するようにしている。そのようにすることで、定常走行時の連続音の合成が可能となり、さらに、RAM30の記憶容量が節約できる。

【0023】ルーピング処理の結果、波形の始点と終点とが連続するが、処理手法によっては、開始点の位相が一定しない場合がある。この結果、図5に示すように、波形が振幅0で始まり、振幅0で終了しない場合、即ち、基本周波数波形の位相が  $\pi/2$  とならない場合が生じる。各波形素片の基本波の位相が一定でないと、波形間の線形補間を行う時、波形同志が相殺するなどの不都合が生じる。そこで、図6に示すように、基本波の位相が  $\pi/2$  になるように波形を巡回的にシフトしておく。同図の方法は、元の波形から基本波成分の位相を求め、位相角を時間に変換してその分をシフトするというものである。

【0024】上記の方法で得られた4つの波形素片は、図6に示すように、位相が揃い且つ始点と終点とが連続する波形である。a点からb点へ至る1セグメントを得るには、4つの格子点  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  での波形素片から、線形補間とスワイプ波形の生成を行う。

【0025】図4において、状態点がa点からb点へ移行する場合の波形の生成方法は次の通りである。尚、以下では、説明の都合上、極端に大きく変化する状況を例に説明する。上記の選択された  $P_1$  は回転数1000rpm、負荷1とし、 $P_2$  は回転数2000rpm、負荷1と

6

し、選択された  $Q_1$  は回転数1000rpm、負荷2とし、 $Q_2$  は回転数2000rpm、負荷2とする。先ず、図7において、 $P_1$  と  $Q_1$  点における波形から、 $R_1$  点、即ち、回転数1000rpmでa点の負荷と同一負荷の状態点での波形が線形補間により発生される。これは、2つの波形の振幅の内分である。次に、 $P_2$  と  $Q_2$  点における波形から、 $R_2$  点、即ち、回転数2000rpmでb点の負荷と同一負荷の状態点での波形が線形補間により発生される。そして、 $R_1$  点と  $R_2$  点での2波形を用いて、回転数1000rpmから回転数2000rpmまで、周波数を徐々に変化させる。

【0026】次に、周波数を徐々に変化させる方法について、図8を参照して説明する。図8の波形cは、図7の(c)で得られた負荷補間点  $R_1$  での波形であり、図8の波形eは、図7の(e)で得られた負荷補間点  $R_2$  での波形である。次に、波形cの周波数だけを変化させて、回転数を1000rpmから2000rpmまで徐々に増加させた波形を生成する。このためには、波形cのサンプリング点と異なるサンプリング点でのデータが必要となる。図9において、黒丸は元の波形のサンプリング点であり、白丸が周波数を変化させた時の波形のサンプリング点である。周波数が増加することで、この白丸のサンプリング点の位置が変化するが、そのサンプリング点での値を直線補間により求める。即ち、リサンプリングする。このリサンプリングは直線補間の他、精度は低下するものの0次補間も可能である。

【0027】リサンプリングを短い周期で行えば高い周波数に変換され、長い周期でリサンプリングすれば、低い周波数に変換される。周波数  $F_1$  と周波数  $F_2$  での波形素片をリサンプリングして、時間  $\Delta T$  の間に周波数  $f_s$  から周波数  $f_e$  に変化するような波形を得るために必要なリサンプリングの周期（又は、リサンプリング時刻）を求める方法を図10に示す。図4における  $t_1$ ,  $t_2$  は、それぞれ、周波数  $F_1$  と周波数  $F_2$  での波形素片をリサンプリングする際の始点で、 $t_1'$ ,  $t_2'$  は、それぞれ、周波数  $F_1$  と周波数  $F_2$  での波形素片をリサンプリングする際の終点である。

【0028】図10のステップ202の式、

【数1】

$$f = f_s + \{ (f_e - f_s) / \Delta T \} \tau (i - 2)$$

は、 $\Delta T$  の区間において、周波数を  $f_s$  から  $f_e$  までサンプリング点1に対して直線的に増加させるための式である。 $\tau (i - 2)$  はサンプリング点1までのサンプリング開始点  $t_1$ ,  $t_2$  からの経過時刻である。このように、先ず、周波数を時間に対して直線的に増加させる。

【0029】ステップ204の式、

$$ts[i] = ts[i-1] + \tau f / F_1$$

は、周波数  $F_1$  の波形データのサンプリング周期が  $\tau$  であるので、その  $\tau$  を周波数  $f$  に対して比例的に増加させるための式である。そして、その補正されたサンプリン

7

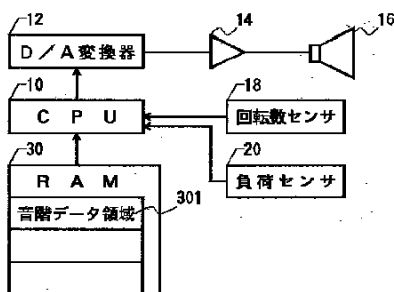
グ周期  $\tau f / F_1$  だけ、新しいサンプリング時刻  $t$ 。[i] は前のサンプリング時刻  $t$ 、[i-1] より長く補正される。

【0030】ステップ208の判定は、サンプリング点が生サンプリング終了時刻  $t_1'$ 、 $t_2'$  を越えたか否かの判定である。このようにして、周波数  $F_1$ 、 $F_2$  における波形データの各サンプリング時刻が、それぞれ、演算される。これらのサンプリング時刻における波形の振幅値を補間により演算することで、周波数が徐々に増加する場合の波形が得られる。

【0031】又、連続的に生成される波形は連続させる必要があり、しかも、波形間の線形補間に使用される2つの周波数  $F_1$  と周波数  $F_2$  との波形の位相を一致させなければ、波形間の線形補間において、波形同志が相殺するという不都合が発生する。そのために、サンプリング開始時刻  $t_1$ 、 $t_2$  が、常に、適正に設定される必要がある。各波形素片から同じ角度の部分が生サンプリングの元波形として使用されるように、生サンプリング開始点を選ぶ必要がある。そのための演算方法を図11に示す。 $\Omega$  は開始点の位相角度を表している。前回発生させた波形の終了時刻  $t_1'$  により、次のサンプリング開始位相  $\Omega$  を設定する(ステップ306)

【0032】このようにして、エンジンの回転数、負荷に応じて、音程、音色が変化する波形に、さらに、エンジンの回転数と負荷に応じて振幅の補正が行われる。そして、この最終的に確定された波形がD/A変換器12に出力されることで、その音がスピーカ16から出力される。

【図1】



8

【0033】上記実施例では、基準となる波形に楽器音の音の波形を用いたが自然界の音や、シンセサイザ等の電子楽器の音の波形を用いても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る車内音合成装置の構成を示したブロック図。

【図2】CPUによる出力音の波形の生成手順を示したフローチャート。

【図3】同実施例装置の機能を示したブロック図。

10 【図4】エンジン回転数と負荷に応じて音程、音色を変化させるための方法を示した説明図。

【図5】予め記憶装置に記憶しておく楽器の各音程における音の波形データを得るための方法を示した説明図。

【図6】同じく波形データを得るための方法を示した説明図。

【図7】音程補間と音色補間の手順を示した説明図。

【図8】音程補間(周波数スイープ)の方法を示した説明図。

20 【図9】音程補間における生サンプリングのデータを生成する方法を示した説明図。

【図10】生サンプリング時刻の演算手順を示したフローチャート。

【図11】生サンプリングのための開始時刻を決定する演算手順を示したフローチャート。

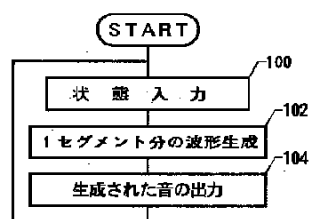
【符号の説明】

10...CPU

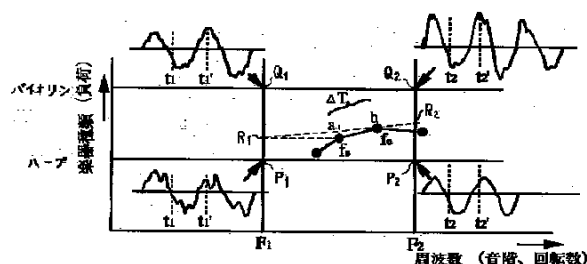
30...RAM

301...音階データ領域

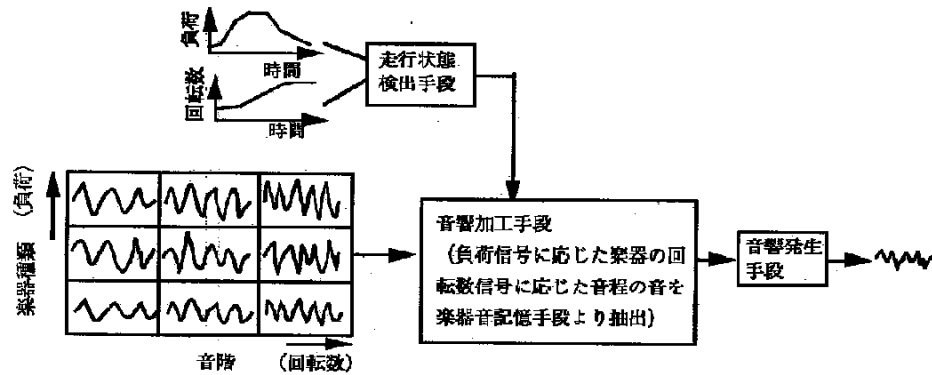
【図2】



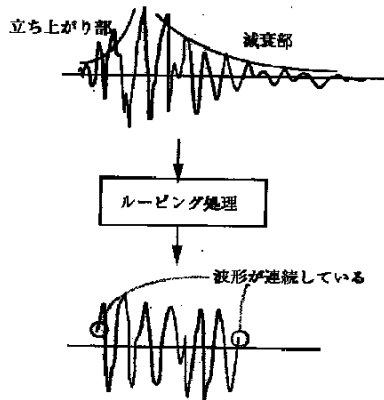
【図4】



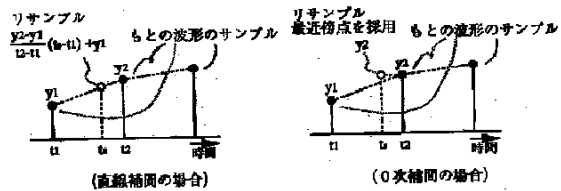
【図3】



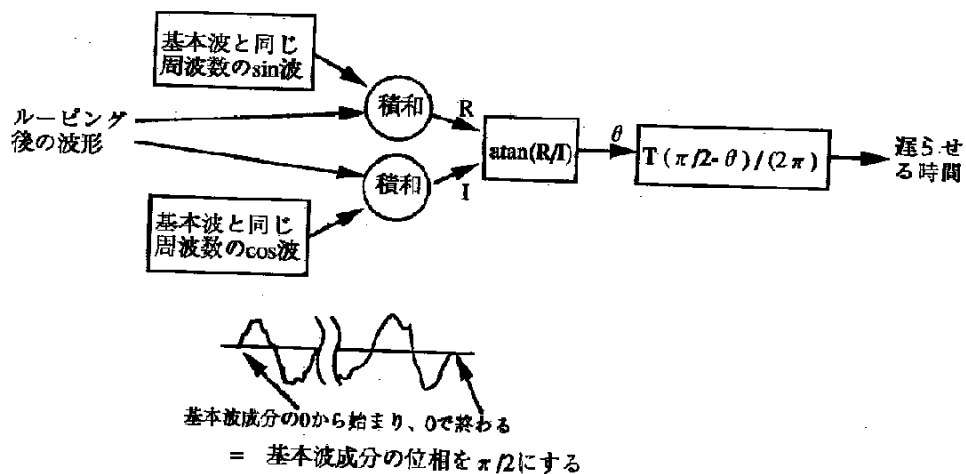
【図5】



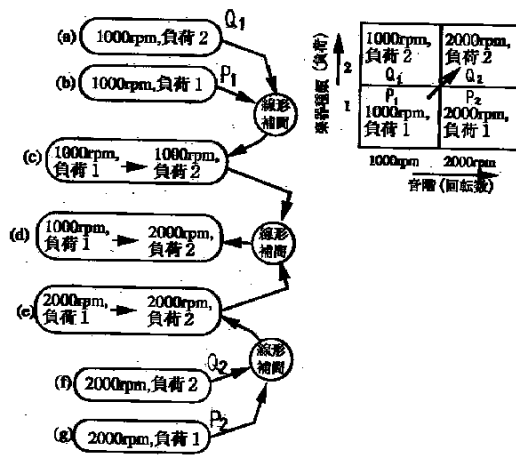
【図9】



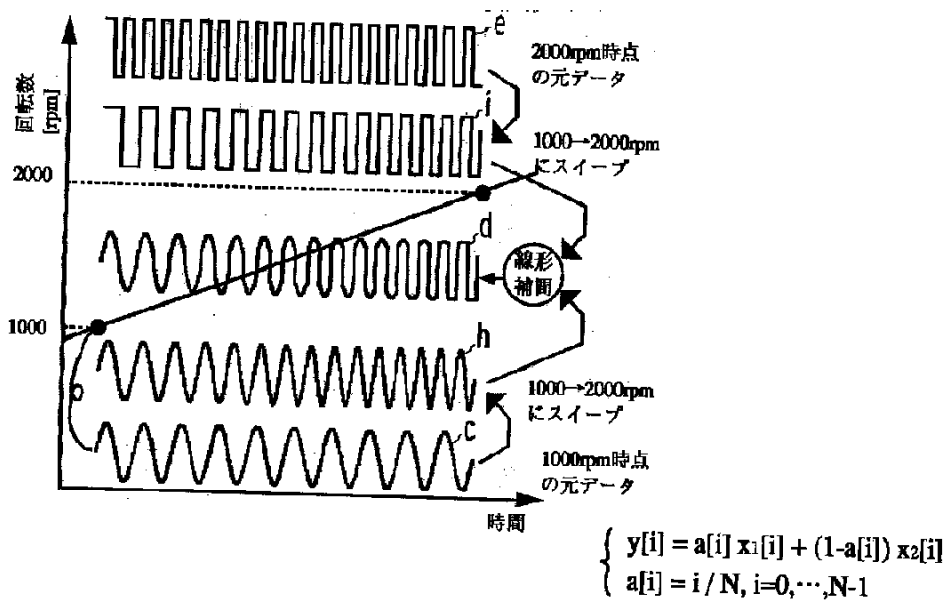
【図6】



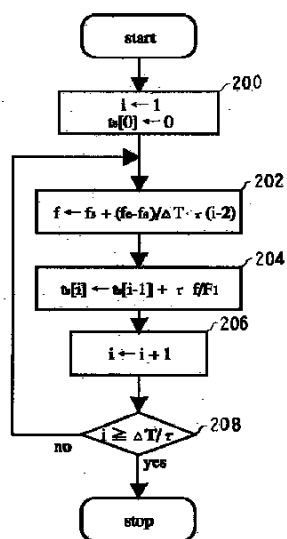
【図7】



【図8】

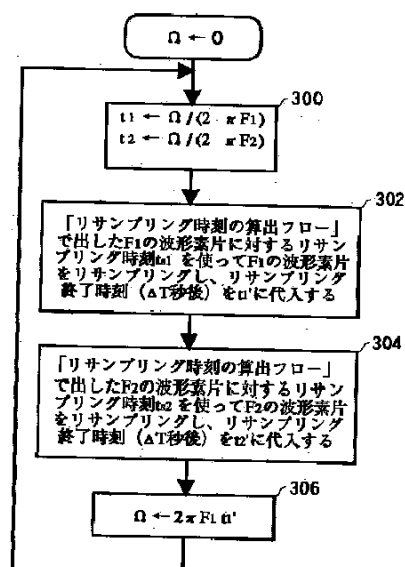


【図10】



$\Delta T$ の時間に $f_0$ から $f_1$ に変化する波形を作る。  
 もとの波形素片のサンプリング周期が $\tau$ で、  
 基本周波数が $F_1$ 。  
 求めるべきサンプリング時刻が $u[i]$

【図11】



周波数 $F_1$ なる波形素片と周波数 $F_2$ なる  
 波形素片をリサンプリングする際の各波  
 形素片の開始時刻 $t_1$ 、 $t_2$ を算出



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-081171

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

---

(51)Int.Cl. G10K 15/04

G10K 15/04

G10H 1/043

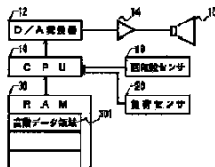
---

(21)Application number : 07-262144 (71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES &  
DEV LAB INC

(22)Date of filing : 13.09.1995 (72)Inventor : UMEMURA YOSHIYUKI

---

(54) IN-CAR SOUND SYNTHESIS DEVICE ON VEHICLE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance pleasantness of vehicle drive by deciding musical interval and sound volume according to a detected state of driving state based on extracted music scale data.

SOLUTION: The vehicle's driving state is detected by inputting signals to CPU 10

from a revolution sensor 18 and a load sensor 20, and a waveform for one segment is generated and the generated waveform data are outputted to a D/A converter 12. In this case, one segment of the sound waveform in each interval of the scale for every musical instrument is stored, and the revolution speed and the load are continuously measured. The tone waveform of a frequency and a tone color corresponding to timewise variable revolution speed and load changing with time can be obtained from the prestored waveforms by means of arithmetic interpolation. The waveforms obtained by the arithmetic interpolation is outputted from the sound generation means 16. Thus, the interval and the sound volume are decided according to the detected driving state based sound on the extracted music scale data.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.03.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3362577

[Date of registration] 25.10.2002

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 25.10.2005

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the equipment which generates a sound in in the car [ of the car it runs by the source of power ] A musical instrument sound storage means to remember the wave of two or more sounds of the scale which at least one kind of musical instrument emits to be a run state detection means to detect the run state of a car as scale data, A sound processing means to determine a musical interval and sound volume according to said run state which extracted the scale data memorized by said musical instrument sound storage means, and was detected by said run state detection means based on the scale data, The in-the-car sound synthesizer unit in the car which consists of the musical interval determined by said sound processing means, and a sound production means to output the sound of sound volume in the car.

[Claim 2] It is an in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 1 which said musical instrument sound storage means has memorized said scale data to two or more kinds of musical instruments, and is characterized by said sound processing means determining a tone based on the scale data of two or more of said musical instruments according to said detected run state.

[Claim 3] Said sound processing means is an in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 2 characterized by for interpolation between the musical instruments of the scale data of two or more musical instruments

performing tone interpolation, and determining the tone of scale data according to the detected run state.

[Claim 4] It is an in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 1 which said run state detection means detects the rotational frequency per unit time amount of said source of power, and is characterized by said sound processing means being what interpolates the musical interval of said scale data according to said detected rotational frequency.

[Claim 5] It is an in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 3 which said run state detection means detects the load concerning said source of power, and is characterized by said sound processing means performing said tone interpolation according to said detected load.

[Claim 6] It is an in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 1 which said run state detection means detects the load concerning the rotational frequency and said source of power per unit time amount of said source of power, and is characterized by said sound processing means being what determines said sound volume according to said detected rotational frequency and said detected load.

[Claim 7] Said run state detection means is what detects the load concerning the rotational frequency and said source of power per unit time amount of said source of power. Said sound processing means The in-the-car sound synthesizer unit in the car according to claim 3 which interpolates the musical interval of said scale data according to said detected engine speed, performs said tone interpolation according to said detected load, and is characterized by being what determines sound volume according to said detected engine speed and said load.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention generates the musical instrument sound according to the run state of a car in the vehicle interior of a room, and relates to the in-the-car sound synthesizer unit which raised the amenity of operation.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, "the false exhaust-sound generator of an automobile" (JP,1-140199,A) is known as what generates the exhaust sound of an automobile in false. False exhaust sound is generated by obtaining the band noise equivalent to a rotation degree component, carrying out weighting of the component of \*\*\*\*\* variously, and piling it up by this invention generating white noise, and synchronizing it with the band pass filter for the number of a degree component, synchronizing the center frequency of through and a band pass filter with an engine speed, and making it change.

[0003] As other conventional techniques, there is a "in the car sound synthesizer unit" Patent Publication Heisei 4-No. 504916 official report. this invention -- a racing car or other highs -- the sound of a performance vehicle is made for in the car [ one's ] to hear

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the sound outputted with the above "the false exhaust-sound generator of an automobile" or "a sound synthesizer unit in the car" is a sound similar to an engine sound or it. Since it had not come out of the region of the conventional automobile sound, a

comfortable sound in the car was not necessarily able to be offered to many common drivers which are not car nuts.

[0005] Accomplishing this invention in order to solve the above-mentioned technical problem, in the vehicle interior of a room, it is generating the comfortable sound showing the operational status of a car, and the purpose is raising the amenity of car operation.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 for solving the above-mentioned technical problem In the equipment which generates a sound in in the car [ of the car it runs by the source of power ] A musical instrument sound storage means to remember the wave of two or more sounds of the scale which at least one kind of musical instrument emits to be a run state detection means to detect the run state of a car as scale data, A sound processing means to determine a musical interval and sound volume according to the run state which extracted the scale data memorized by the musical instrument sound storage means, and was detected by the run state detection means based on the scale data, It is having established the musical interval determined by the sound processing means, and a sound production means outputting the sound of sound volume in the car. In addition, a prime mover or motors, such as an internal combustion engine or an external combustion engine, can be used as a source of power.

[0007] As a run state, they are a rotational frequency per unit time amount of the source of power, a load, transit vibration, etc. In the decision of a musical interval, all the musical intervals of a scale, for example, all the sounds of the diatonic scale or a chromatic scale, are memorized beforehand. The method which determines the musical interval of the sound to generate out of it according to a run state, Further, only the second sound of the minimum musical interval and the highest musical interval is memorized also to the musical interval interpolation, and a musical interval in the meantime can adopt the method which interpolates between chromatic scales so that a musical interval may change

continuously according to a run state, the method calculated with interpolation. Moreover, also about the decision of a tone, if two or more kinds of musical instruments are used, tone interpolation between the method which switches gradually the sound of the musical instrument memorized according to the run state, and two or more musical instruments is performed, and the method which generates the mixed tone of the tone of two or more musical instruments continuously can be adopted according to a run state.

[0008] In invention of claim 2, the musical instrument sound storage means has memorized scale data to two or more kinds of musical instruments. Moreover, a sound processing means According to the detected run state, it is characterized by determining a tone based on the scale data of two or more musical instruments. Invention of claim 3 A sound processing means is characterized by for interpolation between the musical instruments of the scale data of two or more musical instruments performing tone interpolation, and processing the tone of scale data according to the detected run state.

[0009] Moreover, invention of claim 4 is characterized by detecting the engine speed per unit time amount of the source of power, and interpolating the musical interval of scale data according to the detected engine speed, and invention of claim 5 is characterized by detecting the load concerning the source of power and performing tone interpolation according to the detected load.

[0010] Moreover, invention of claim 6 detects the load concerning the rotational frequency and the source of power per unit time amount of the source of power, and determines sound volume according to the detected rotational frequency and the detected load.

[0011] Furthermore, invention of claim 7 interpolates the musical interval of scale data according to the detected engine speed, performs tone interpolation according to the detected load, and determines sound volume according to the engine speed and preload which were detected.

[0012]

[Function and Effect of the Invention] For the musical instrument sound storage

means, the wave of two or more sounds of the scale which at least one kind of musical instrument emits is beforehand memorized as scale data. At the time of transit, the run state of a car is detected, according to the run state, based on scale data, the musical interval and sound volume of a sound to pronounce are determined, and the sound of the determined musical interval and sound volume is outputted in the car. Therefore, since a comfortable musical instrument sound is outputted according to a run state, the amenity of car operation improves.

[0013] Moreover, by invention of claim 2, the scale data to two or more kinds of musical instruments are memorized, according to the detected run state, a tone is determined based on the scale data of two or more musical instruments, and tone interpolation by interpolation between the musical instruments of the scale data of two or more musical instruments is performed by invention of claim 3. For this reason, a tone will change corresponding to a run state, the comfortable sound which expresses a run state more is obtained in the vehicle interior of a room, and the amenity of operation improves more.

[0014] Moreover, as for invention of claim 4, a musical interval changes according to the rotational frequency of the source of power, as for invention of claim 5, tone interpolation is performed according to a load, since sound volume is determined according to a rotational frequency and a load, the comfortable sound which expresses a run state more is obtained in the vehicle interior of a room, and the amenity of invention of claim 6 of operation improves more.

[0015] Moreover, since the musical interval of scale data is interpolated according to an engine speed, tone interpolation is performed according to a load and sound-volume amendment is performed according to an engine speed and a load, the comfortable sound which expresses a run state more is obtained similarly in the vehicle interior of a room, and the amenity of invention of claim 7 of operation improves more.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained based on one concrete example. In addition, this example shows the example which used



the internal combustion engine (henceforth an engine) as a source of power of a car. Drawing 1 shows the configuration of the whole this example equipment. The engine-speed sensor 18 which detects the engine speed of the engine of a car, the load sensor 20 which detects an engine load by accelerator \*\* Dahl's opening, RAM30, and D/A converter 12 are connected to CPU10. And amplifier 14 is connected to D/A converter 12, and the loudspeaker 16 is connected to the amplifier 14. Moreover, the scale data area 301 where the wave for one period of the sound of each musical interval of the diatonic scale was memorized for every musical instrument is formed in RAM30.

[0017] Drawing 2 is a flow chart showing the main program which shows actuation of CPU10. In step 100, a signal is inputted from the rotational frequency sensor 18 and the load sensor 20, the run state of a car is detected, the wave for one segment is generated at step 102, and the generated data point is outputted to D/A converter 12 at step 104. This processing is repeatedly performed with the period of one wave-like segment. Thus, generally the method of repeating processing for one segment, changing a parameter for every segment, and going is performed in speech synthesis, processing of electrophone, etc. Here, one segment is concretely made into for example, 10msec(s) - 50msec extent as time amount length which does not pose human being's audibility top problem.

[0018] The functional diagram of above equipment comes to be shown in drawing 3 . The wave of one segment of the sound in each musical interval of the scale for every musical instrument is memorized, and a rotational frequency and a load are measured continuously. And the wave of the sound of the rotational frequency which changes in time, the frequency corresponding to a load, and a tone is searched for by the interpolation operation from the wave memorized beforehand. And the wave searched for by the interpolation operation is outputted from a sound production means.

[0019] Moreover, it considers as the value at the time of 1 segment initiation of a generation wave [ value / which was inputted before 1 period ], and the value at

the time of 1 segment termination of a generation wave [ value / which was inputted this time ] about detection of the run state of a car, and the run state is generating the wave in the meantime as what is changing continuously.

[0020] Next, the procedure which generates the wave for one segment in step 102 of drawing 2 is explained with reference to drawing 4 . Drawing 4 shows the situation of wave generation in case the run state expressed by the rotational frequency and the load between duration  $\Delta T$  for one segment shifts to b points ending [ segment ] from a segment start points in a state diagram.

Frequency  $f_s$  of a generation wave in a points Frequency [ in / it is determined from the rotational frequency at that time, and / b points ]  $f_e$  of a generation wave It is determined from the rotational frequency at that time. The four lattice points P1, P2, Q1, and Q2 The contact is shown recently which connotes a points and b in the state point of the data point for every musical instrument memorized beforehand in the scale data area 301 of RAM30. Namely, the lattice point P1 It is a frequency F1 with a harp. A musical interval is shown and it is the lattice point P2. It is a frequency F2 with a harp. A musical interval is shown and it is the lattice point Q1. It is a frequency F1 with a violin. A musical interval is shown and it is the lattice point Q2. It is a frequency F2 with a violin. The musical interval is shown. Thus, the data point for one segment in a majority of each lattice points is prepared beforehand, and is memorized in the scale data area 301 of RAM30.

[0021] The waveform element for one segment is called for as follows. the sound of a musical instrument, a synthesizer, and a nature etc. -- sampling -- every class of each sound -- and a waveform element is generated for every musical interval of every fundamental frequency and a scale. At drawing 4 , it is considering as the violin of a hard tone with the harp of a soft tone, and the heavy load according to low loading.

[0022] A sound from the first has the wave-like standup section (it is the attack section with the vocabulary of electrohone) and the wave-like attenuation section (decay section), and duration also reaches at several seconds. However, that wave is not used as it is, but as shown in drawing 5 , after performing looping

processing in an electrohone technique and changing into a short-time periodic wave form, he is trying to memorize this wave in this example. By making it such, it becomes compoundable [ the continuation sound at the time of stationary transit ], and the storage capacity of RAM30 can be saved further.

[0023] Although the wave-like starting point and a wave-like terminal point continue as a result of looping processing, depending on the processing technique, the phase of a start point may not be fixed. Consequently, as shown in drawing 5 , when a wave starts in the amplitude 0 and is not completed with the amplitude 0, the case where the phase of a fundamental-frequency wave does not become  $\pi/2$  arises. If the phase of the fundamental wave of each waveform element is not fixed, when performing linear interpolation between waves, un-arranging [ of a wave comrade offsetting each other ] arises. Then, as shown in drawing 6 , the wave is shifted in round so that the phase of a fundamental wave may become  $\pi/2$ . It asks for the phase of a fundamental-wave component from the original wave, and the approach of this drawing changes a phase angle into time amount, and shifts the part.

[0024] Four waveform elements obtained by the above-mentioned approach are waves which a set and the starting point, and a terminal point follow [ a phase ], as shown in drawing 6 . In order to obtain one segment which results to b points from a points, it is the four lattice points P1, P2, Q1, and Q2. From a waveform element, generation of a sweep wave is performed with linear interpolation.

[0025] In drawing 4 , the wave-like generation method in case a state point shifts to b points from a points is as follows. In addition, below, the situation of changing extremely a lot is explained to an example on account of explanation. P1 as which the above was chosen It considers as rotational frequency 1000rpm and a load 1, and is P2. Q1 chosen by considering as rotational frequency 2000rpm and a load 1 It considers as rotational frequency 1000rpm and a load 2, and is Q2. It considers as rotational frequency 2000rpm and a load 2. First, it sets to drawing 7 and is P1. Q1 The wave in a point to R1 Point, i.e., rotational frequency 1000rpm, The wave in the state point of the same load as the load of a

points is generated by linear interpolation. This is the internal division of two wave amplitudes. Next, P2 Q2 The wave in a point to R2 Point, i.e., rotational frequency 2000rpm, The wave in the state point of the same load as the load of b points is generated by linear interpolation. R1 [ and ] A point and R2 2 waves in a point -- using -- rotational frequency 1000rpm from -- rotational frequency 2000rpm up to -- a frequency is changed gradually.

[0026] Next, how to change a frequency gradually is explained with reference to drawing 8 . The wave c of drawing 8 is (c) of drawing 7 . Acquired point R1 interpolating [ load ] It is a wave and the wave e of drawing 8 is (e) of drawing 7 . Acquired point R2 interpolating [ load ] It is a wave. next, only the frequency of Wave c is changed -- making -- a rotational frequency -- 1000rpm from -- 2000rpm up to -- the wave to which it was made to increase gradually is generated. For that, the data in the sampling point of Wave c and a different sampling point are needed. Setting to drawing 9 , it is the original wave-like sampling point, and a black dot is a wave-like sampling point when a white round head changes a frequency. Although the location of the sampling point of this white round head changes because a frequency changes, the value in that sampling point is calculated by linear interpolation. That is, it re-samples. Although precision besides linear interpolation falls, it is possible also for zero-order interpolation. [ of this re-sampling ]

[0027] If it re-samples a short period, it will be changed into a high frequency, and it will be changed into a low frequency if it re-samples a long period. frequency F1 Frequency F2 a waveform element -- re-sampling -- between time amount  $\Delta T$  -- frequency  $f_s$  from -- frequency  $f_e$  How to ask for the period (or re-sampling time of day) of re-sampling required in order to acquire a wave which changes is shown in drawing 10 .  $t_1$  and  $t_2$  in drawing 4 It is a frequency F1, respectively. Frequency F2 It is the starting point at the time of re-sampling a waveform element, and they are  $t_1'$  and  $t_2'$ . It is a frequency F1, respectively. Frequency F2 It is a terminal point at the time of re-sampling a waveform element.

[0028] The formula of step 202 of drawing 10 , [Equation 1]

$$f = f_s + [(f_e - f_s) / \Delta T] \tau (i-2)$$

the section of \*\* and  $\Delta T$  -- setting -- a frequency --  $f_s$  from --  $f_e$  up to -- it is a formula for making it increase linearly to sampling point  $i$ .  $\tau (i-2)$  -- sampling start points  $t_1$  and  $t_2$  to sampling point  $i$  from -- it is progress time of day. Thus, a frequency is made to increase linearly to time amount first.

[0029] The formula of step 204, [Equation 2]  $t_s [i] = t_s [i-1] + \tau_{auf}/F_1$  is a frequency  $F_1$ . Since the sampling period of a data point is  $\tau$ , it is a formula for making the  $\tau$  increase-like proportionally to a frequency  $f$ . and the amended sampling period  $\tau_{auf}/F_1$  only -- new sampling time  $t_s [i]$  The last sampling time  $t_s [i-1]$  It is amended for a long time.

[0030] For the judgment of step 208, a sampling point is sampling end time  $t_1'$  and  $t_2'$ . It is the judgment of whether to have exceeded. Thus, a frequency  $F_1$  and  $F_2$  Each sampling time of the data point which can be set calculates, respectively. By calculating the wave-amplitude value in such sampling time with interpolation, a wave in case a frequency increases gradually is acquired.

[0031] Moreover, the wave generated continuously is two frequencies  $F_1$  which it is necessary to make continue and are moreover used for the linear interpolation between waves. Frequency  $F_2$  If a wave-like phase is not made in agreement, in the linear interpolation between waves, un-arranging [ that a wave comrade offsets each other ] occurs. Therefore, the sampling start time  $t_1$  and  $t_2$  It always needs to be set up proper. It is necessary to choose a re-sampling start point so that the part of the same include angle may be used as a former wave of re-sampling from each waveform element. The operation approach for that is shown in drawing 11 .  $\omega$  expresses the phase angle of a start point. Wave-like end time  $t_1'$  which made it generate last time The following sampling initiation phase  $\omega$  is set up (step 306).

[0032] Thus, according to an engine engine speed and a load, amendment of the amplitude is further carried out to the wave from which a musical interval and a tone change according to an engine engine speed and an engine load. And that sound is outputted from a loudspeaker 16 with this wave finally decided being

outputted to D/A converter 12.

[0033] In the above-mentioned example, although the wave of the sound of a musical instrument sound was used for the wave used as criteria, the wave of the sound of a nature and the sound of electrophones, such as a synthesizer, may be used.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram having shown the configuration of the in-the-car sound synthesizer unit concerning one concrete example of this invention.

[Drawing 2] The flow chart which showed the wave-like generation procedure of the output sound by CPU.

[Drawing 3] The block diagram having shown the function of this example equipment.

[Drawing 4] The explanatory view having shown the approach for changing a musical interval and a tone according to an engine speed and a load.

[Drawing 5] The explanatory view having shown the approach for obtaining the data point of the sound in each musical interval of the musical instrument

beforehand memorized to the store.

[Drawing 6] The explanatory view having shown the approach for similarly obtaining a data point.

[Drawing 7] The explanatory view having shown the procedure of musical interval interpolation and tone interpolation.

[Drawing 8] The explanatory view having shown the approach of musical interval interpolation (frequency sweep).

[Drawing 9] The explanatory view having shown how to generate the data of re-sampling in musical interval interpolation.

[Drawing 10] The flow chart which showed the operation procedure of re-sampling time of day.

[Drawing 11] The flow chart which showed the operation procedure of determining the start time for re-sampling.

[Description of Notations]

10 -- CPU

30 -- RAM

301 -- Scale data area

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

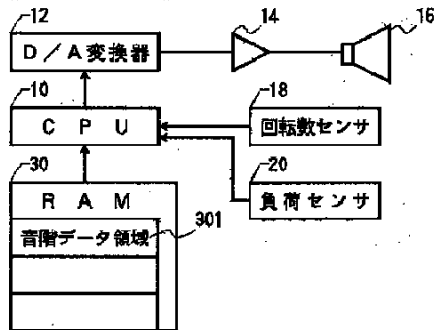
2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

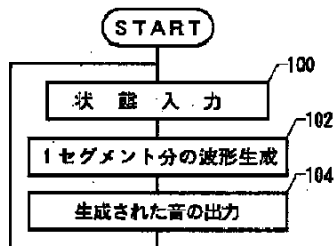
---

**DRAWINGS**

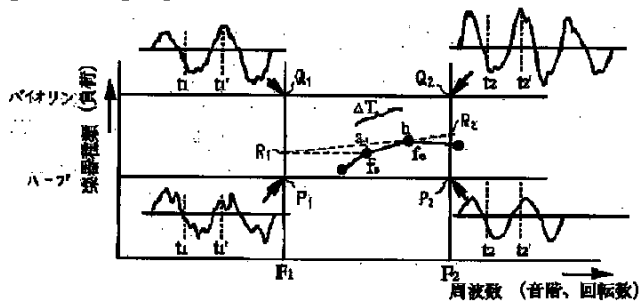
[Drawing 1]



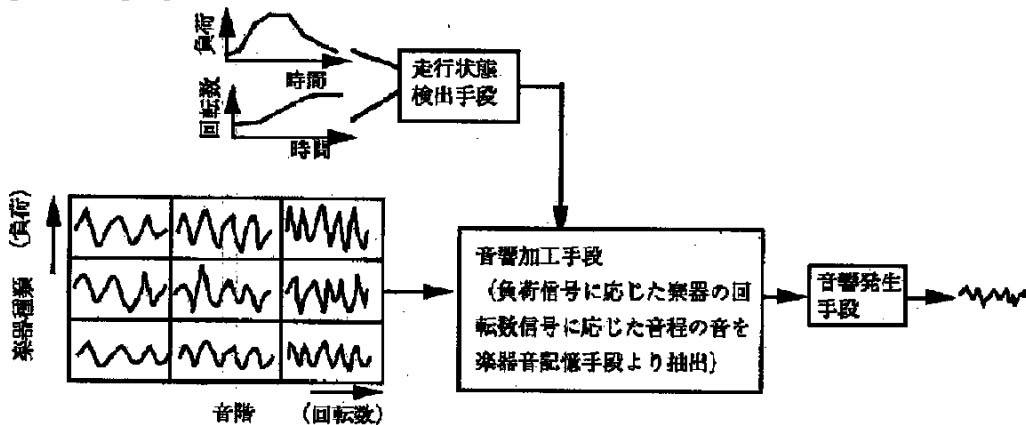
[Drawing 2]



**[Drawing 4]**

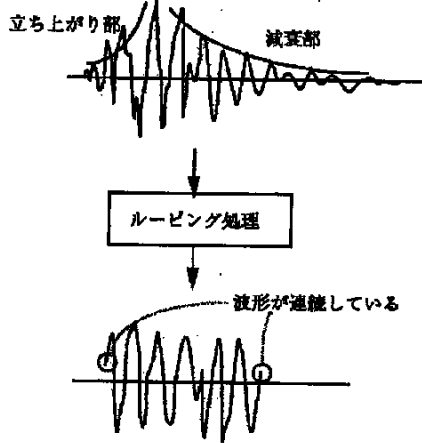


**[Drawing 3]**

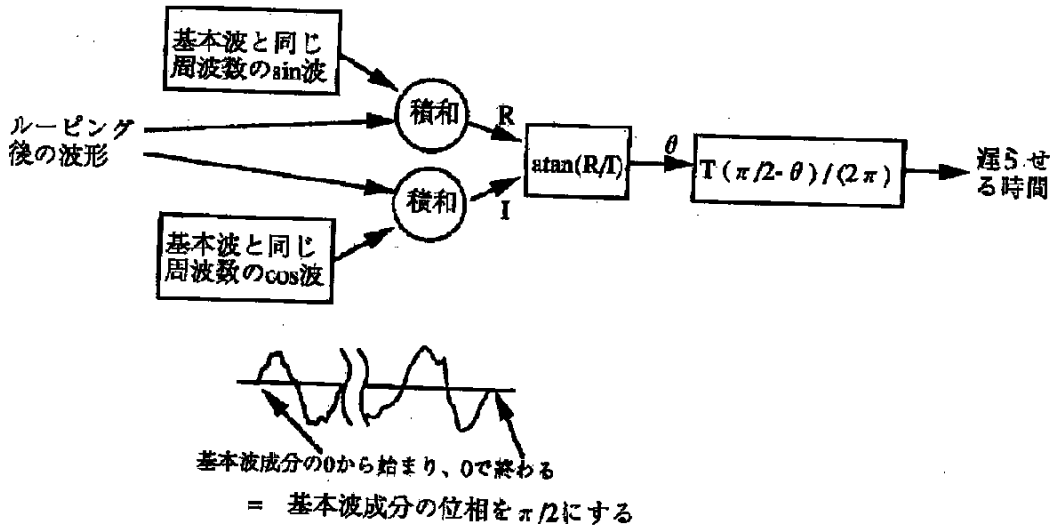




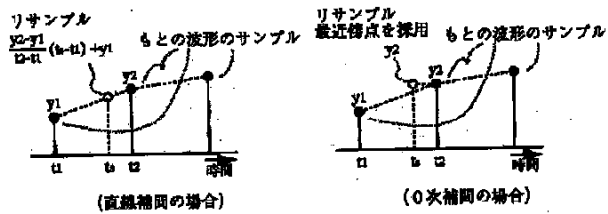
[Drawing 5]



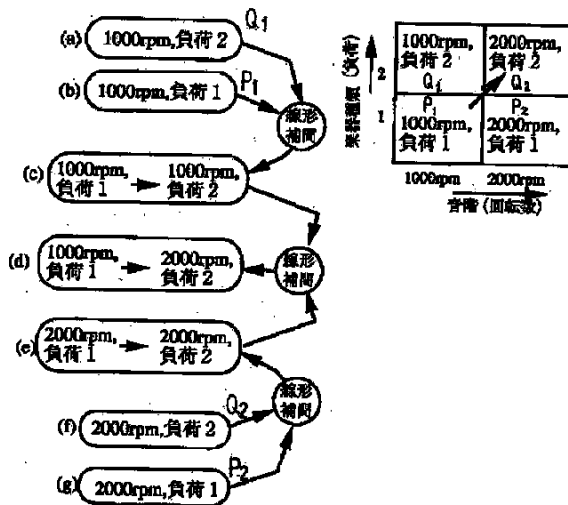
[Drawing 6]



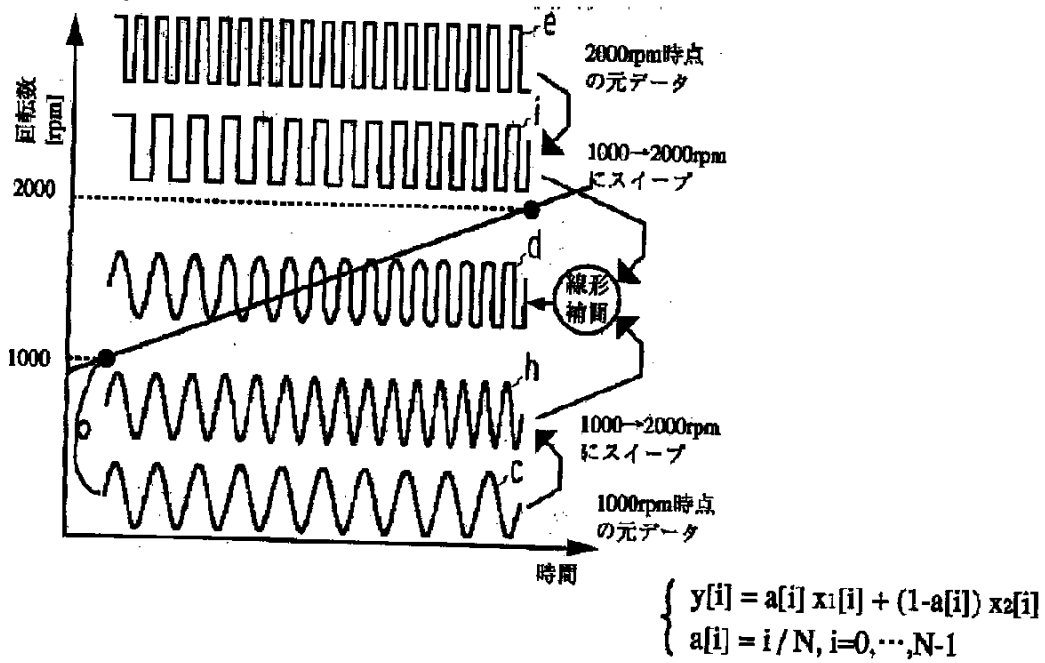
[Drawing 9]



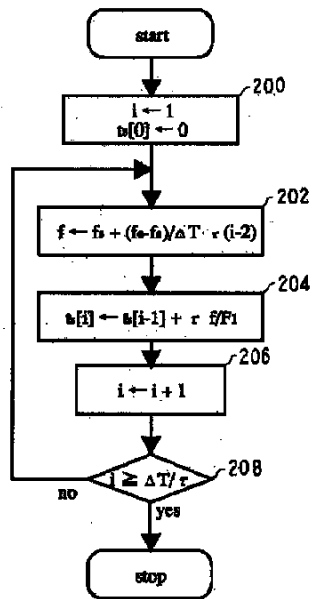
[Drawing 7]



[Drawing 8]

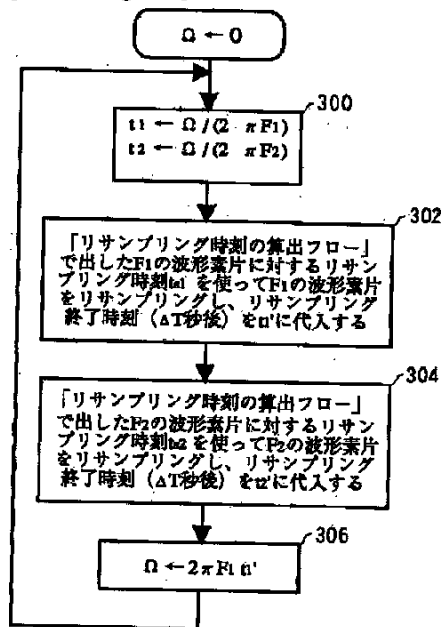


[Drawing 10]



ΔTの時間に $f_0$ から $f_e$ に変化する波形を作る。  
 もとの波形素片のサンプリング周期が $\tau$ で、  
 基本周波数が $F_1$ 。  
 求めるべきサンプリング時刻が $b[i]$

[Drawing 11]



周波数 $F_1$ なる波形素片と周波数 $F_2$ なる  
 波形素片をリサンプリングする際の各波  
 形素片の開始時刻 $a_1$ 、 $a_2$ を算出